

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Predikce přežití po transplantaci ledvin pomocí technik strojového učení
Jméno autora:	Peter Nutter
Typ práce:	bakalářská práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra matematiky
Oponent práce:	doc. RNDr. Ľubomír Antoni, PhD.
Pracoviště oponenta práce:	Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav informatiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Bakalářska práca sa venuje veľmi aktuálnej téme predikcie prežitia po transplantácii obličiek pomocou metód strojového učenia. Cieľom práce bolo analyzovať reálne dáta z uskutočnených transplantácií obličiek a porovnať výsledky pomocou rôznych faktorov (geografická oblasť, etnicita, pohlavie a iné). Cieľom bolo porovnať rôzne štatistické metódy a metódy strojového učenia na predikciu prežitia štepu u príjemcov transplantovaných obličiek.</p>	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Stanovené ciele práce sa podarilo naplniť výborne. Práca obsahuje výsledky vlastnej odbornej a tvorivej činnosti autora vrátane hodnotných implementačných výsledkov. Hlavným prínosom práce je porovnanie kombinácie viacerých štatistických metód a metód strojového učenia pomocou piatich ukazovateľov výkonnosti modelov na dátach z neziskovej organizácie UNOS na predikciu času zlyhania štepu. Prínosom je aj systematická štatistická analýza reálnych dát z uskutočnených transplantácií obličiek a porovnanie výsledkov pomocou rôznych faktorov (geografická oblasť, etnicita, pohlavie, vek a iné).</p>	

Zvolení postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Autor vo svojom riešení použil vybrané štatistické metódy a metódy strojového učenia, pričom v práci uviedol aj zdôvodnenie ich výberu. Pri riešení stanovených cieľov štatisticky analyzoval dáta z Institutu klinické a experimentálnej medicíny v Prahe. Na zostavenie modelov strojového učenia používal rozsiahle dáta z neziskovej organizácie UNOS, ktorá riadi systém transplantácie orgánov v Spojených štátoch amerických z obdobia rokov 1984 až 2022. Na analýzu týchto dát použil kombináciu rôznych parametrických metód, semiparametrických metód a metód strojového učenia. Na vyhodnotenie modelov použil kombináciu ukazovateľov (e.g., Harrellov C-index, AUC). Najlepšie výsledky vo viacerých metrikách boli dosiahnuté zovšeobecneným Coxovým modelom hazardu s využitím neurónových sietí (DeepSurv). Jednotlivé fázy analýzy údajov (predspracovanie dát, modelovanie, vyhodnotenie) sú spracované odborným a systematickým spôsobom.</p>	

Odborná úroveň

výborná

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Použité výrazové prostriedky a pojmy sú na kvalitnej odbornej úrovni, zodpovedajú terminológii používanej v odbornej literatúre. Teoretická časť práce je súčasťou prvých troch kapitol. Autor v nich popisuje metódy strojového učenia, neurónové siete, súčasné výzvy pri transplantácii obličiek, analýzu prežitia a použitie strojového učenia pri transplantácii obličiek. Autor popisuje aj výzvy a príležitosti pre strojové učenie v oblasti zdravotníctva, ako aj pre vylepšenie systému alokácie obličiek pre transplantáciu. Praktická časť je na kvalitnej odbornej úrovni vrátane prehľadného spracovania výsledkov vo forme tabuliek a grafov. Pri typoch algoritmov strojového učenia (kapitola 1.2) by bolo vhodné uvádzať aj semi-kontrolované, či samo-kontrolované učenie, ktoré v poslednom období zaznamenávajú výrazný rozmach.

Formální a jazyková úroveň

výborná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Bakalárska práca je napísaná v anglickom jazyku na kvalitnej jazykovej úrovni. Práca v rozsahu 65 strán je rozdelená do ôsmich kapitol. Jednotlivé kapitoly na seba nadväzujú a tvoria zmysluplný celok. Súčasťou práce je viacero tabuliek a grafov, ktoré vhodne dopĺňajú predkladaný text. Záver práce je vhodne členený na limitácie práce, praktické dôsledky a súhrn. Práca je napísaná na výbornej typografickej úrovni v jazyku TeX.

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Autor vo svojej práci použil 47 literárnych zdrojov, väčšinou vo forme vedeckých článkov a monografií. Zoznam použitej literatúry je relevantný, citovanie uvedenej literatúry je správne a v celej práci konzistentné. Autor pracoval aj s aktuálnymi literárnymi zdrojmi z posledného obdobia. Formát jednotlivých bibliografických záznamov je v zozname použitej literatúry jednotný. Zoznam použitej literatúry je vytvorený v abecednom poradí.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Zdrojový kód riešenia je dostupný vo forme kódu v jazyku Python, ktorý je vhodne štruktúrovaný a zodpovedá štandardným a korektným postupom v oblasti spracovania dát. Dosiahnuté závery tvoria veľmi kvalitný základ pre ďalší vedecký výskum, experimenty a prípadné vedecké články.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Študent preukázal schopnosť integrovať teoretické a praktické vedomosti v skúmanej oblasti a tvorivo pristúpiť k riešeniu vybranej problematiky v oblasti strojového učenia a predikcie prežitia štepu po transplantácii obličiek. Počas obhajoby sa študent môže vyjadriť k nasledujúcej otázke:

Ako subjektívne hodnotíte modely vytvorené vo Vašej práci z hľadiska porovnania ich výkonnosti (performance) a vysvetliteľnosti (explainability)?

Ako celok hodnotím bakalársku prácu Petra Nuttera veľmi pozitívne a odporúčam ju prijať k obhajobe.

Predloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 18.8.2023

Podpis:

